

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS

Número 6

1987

M U E S T R A

Código 210.0005

Año 1987

SUMARIO

Página

C. LÓPEZ CASADO, A. ESTÉVEZ, J. A. PINA Y C. SANZ
DE GALDEANO.

Alineaciones sismotectónicas en el sudeste de España. Ensayo de delimitación de fuentes sísmicas . 5
FÉLIX PÉREZ-LORENTE.

Escamas tectónicas alpinas en Lagunilla de Jubera (Cordillera Ibérica, La Rioja) 39

J. GABRIEL PENDÓN.

Algunos sistemas turbidíticos registrados en las unidades del Campo de Gibraltar (Cordilleras Béticas). Sus implicaciones paleogeográficas 55

J. GABRIEL PENDÓN Y JOSÉ BORREGO.

El neógeno del extremo occidental de la cuenca del Guadalquivir 97

FRANCESCO PAOLO BONADONNA Y MARÍA TERESA ALBERDI.

The N/Q boundary at 1.64 MA ? 115

MARTÍNEZ GALLEGO J.

Geomorfología de los depósitos cuaternarios de Chelva (Valencia) 131

MERCEDES JAÉN, M.^a TERESA FERNÁNDEZ TAPIA Y RAFAEL ARANA.

Anfiboles asbestiformes asociados a afloramientos de metabasitas en Santomera y Los Nietos (Murcia) . 139

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS

Número 6

1987

SUMARIO

| | Página |
|--|--------|
| C. LÓPEZ CASADO, A. ESTÉVEZ, J.A. PINA Y C. SANZ DE GALDEANO. Alineaciones sismotectónicas en el sudeste de España. Ensayo de delimitación de fuentes sísmicas . | 5 |
| FÉLIX PÉREZ-LORENTE. Escamas tectónicas alpinas en Lagunilla de Jubera (Cordillera Ibérica, La Rioja) | 39 |
| J. GABRIEL PENDÓN. Algunos sistemas turbidíticos registrados en las unidades del Campo de Gibraltar (Cordilleras Béticas). Sus implicaciones paleogeográficas | 55 |
| J. GABRIEL PENDÓN Y JOSÉ BORREGO. El neógeno del extremo occidental de la cuenca del Guadalquivir | 97 |
| FRANCESCO PAOLO BONADONNA Y MARÍA TERESA ALBERDI. The N/Q boundary at 1.64 MA ? | 115 |
| MARTÍNEZ GALLEGU J. Geomorfología de los depósitos cuaternarios de Chelva (Valencia) | 131 |
| MERCEDES JAÉN, M. ^a TERESA FERNÁNDEZ TAPIA Y RAFAEL ARANA. Anfiboles asbestiformes asociados a afloramientos de metabasitas en Santomera y Los Nietos (Murcia) . | 139 |

SERIE DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS

Mediterránea Ser. Geol.

1987

ANEJO DE LOS ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Redacción: A. ESTÉVEZ, C. AURNHEIMER y J.A. PINA
Secretario: J.M. SORIA

EDITA: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante

I.S.S.N.: n.º 0210-5004

Depósito Legal: A-927-1983

Composición e Impresión:

Gráficas ESTILO, S. C.

General Elizaicin, 11 - Tel. 520 69 79

ALICANTE

Correspondencia: Departamento de Ciencias Ambientales y

Recursos Naturales. (División de Geología)

Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante

Teléfono 566 11 50. Extensión 1.190

Apartado 99 ALICANTE

PUBLICACIÓN PATROCINADA POR:



**Y CAJA DE AHORROS PROVINCIAL
DE ALICANTE**

ANFIBOLES ASBESTIFORMES ASOCIADOS A AFLORAMIENTOS DE METABASITAS EN SANTOMERA Y LOS NIETOS (MURCIA)

por
MERCEDES JAÉN¹, M.^a TERESA FERNÁNDEZ TAPIA²
y RAFAEL ARANA²

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio de varios anfíboles de tipo asbestiforme que aparecen rellenando fisuras y pequeñas diaclasas en metabasitas del Complejo Alpujárride (Zona Bética). Esos asbestos están asociados con epidota, calcita, cuarzo y cantidades menores de dolomita, clorita, hematites y talco.

Los diagramas de polvo de rayos X muestran pequeñas diferencias en los valores angulares de 2θ , con parámetros de celda muy similares. En todos los casos podemos identificar estos asbestos como un término actinolítico.

Los análisis por microsonda electrónica dan una relación $Mg/(Fe + Mg)$ entre 0.53 y 0.72, congruente también con una actinolita. Las relaciones entre los parámetros de celda y el contenido en Fe y Mg se ponen de manifiesto en la matriz de correlación, con un buen coeficiente para Fe-Mg y $c-\beta$.

A partir de las observaciones petrográficas y mineralógicas se sugiere una actividad hidrotermal como el origen más probable de los asbestos, así como de los minerales asociados (epidota, calcita, cuarzo, etc.).

PALABRAS CLAVE: metabasita, clinoanfíbol, epidota, asbestos actinolíticos, actividad hidrotermal, provincia de Murcia.

ABSTRACT

A mineralogical study of several amphibol asbestos which appear filling fissures and small joints in metabasites (Alpujárride complex, Betic zone) is carried out in this work. These asbestos are associated with epidote, calcite, and dolomite, quartz, chlorite, hematite and talc as minor components.

Powder diffraction data show small differences in 2θ -angular values, with celd dimensions very similar. In all cases we can identify these asbestos as an actinolitic term.

The electron microprobe analysis give a $Mg/(Fe + Mg)$ ratio between 0.53 and 0.72, also congruent with an actinolite. The relationships between celd dimensions and Fe and Mg content is performed through the correlation matrix with a good coefficient for Fe-Mg and $c-\beta$.

(1) Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

(2) Dpto. de Q.^a Agrícola, Geología y Edafología. Complejo de Espinardo. Universidad de Murcia.

From the petrographic and mineralogical observations we suggest an hidrothermal activity as the probable origin of the asbestos as well as the minerals related with them (epidote, calcite, quartz, etc.).

KEY WORDS: metabasite, clinoamphibole, epidote, actinolite, asbestos, hidrothermal activity, Murcia province.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se estudian los anfíboles asbestiformes asociados a dos afloramientos de metabasitas que aparecen en contextos geológicos similares (Alpujárride y Ballabona-Cucharón), aunque espacialmente distantes. Estas rocas son relativamente abundantes en el sureste peninsular y presentan una notable semejanza tanto en su morfología, composición y textura como en los procesos mineralógicos desarrollados sobre ellas. GÖLZ (1978) y JAÉN (1987) han realizado un estudio general de varios de estos afloramientos y analizan con detalle su relación con la historia geológica de la zona. Estas rocas, originalmente diabasas, han sufrido desde su intrusión una serie de procesos que modifican en gran medida sus características originales, esencialmente un metamorfismo regional de bajo grado, así como una actividad hidrotermal o localmente metasomática asociada a una etapa posterior de tectonización.

El estudio paragenético de las asociaciones representadas en estas rocas tiene un especial interés por la semejanza de los efectos que estos procesos reflejan en afloramientos muy distantes e incluso en un contexto geológico diferente (AMIGÓ *et al.*, 1985).

En este trabajo se aborda el estudio de los anfíboles asbestiformes que aparecen de forma mayoritaria en los rellenos de fracturas y diaclasas junto a epidota, cuarzo, clorita, albita, calcita y menas metálicas (esencialmente, magnetita, hematites, goethita, pirita y siderita).

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

La localización geográfica de los afloramientos de Santomera y Cabezo Mingote se indica en la figura 1. Las metabasitas del área de Santomera están intercaladas de una forma aparentemente concordante en materiales triásicos carbonatados del complejo Ballabona-Cucharón (unidad Bermejo, MONTE-NAT *et al.*, 1972). El espesor alcanza más de 20 m. en algunos puntos, y están surcadas por una densa red de diaclasas que compartimentan la roca en pequeños bloques y que aparecen mineralizadas por hematites especular, actino-

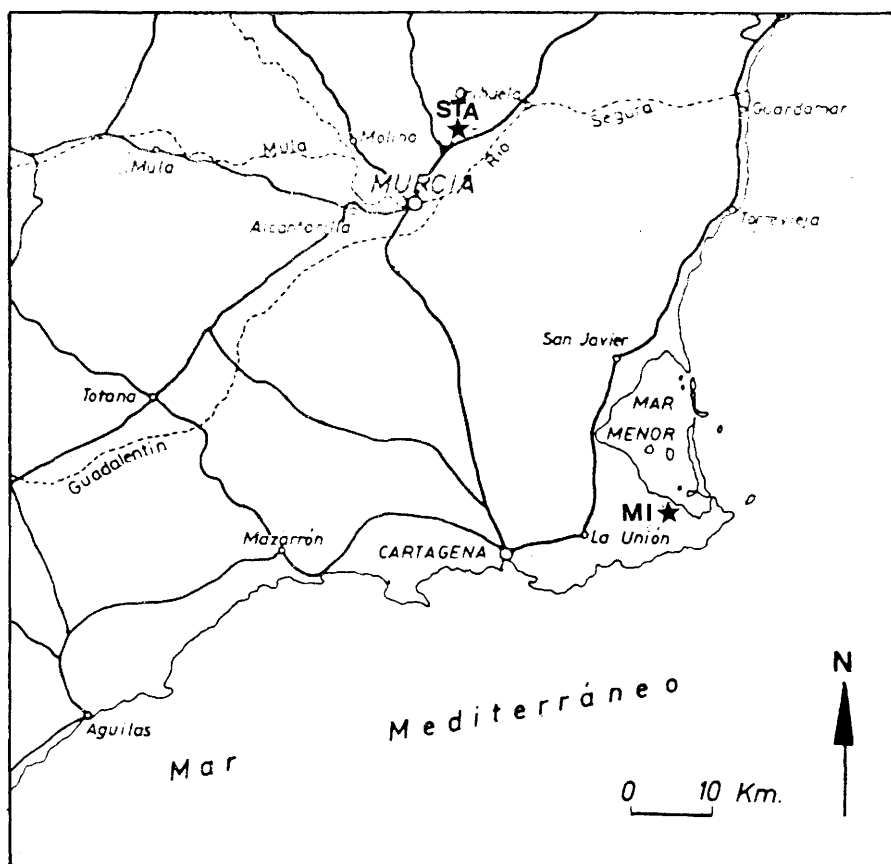


Figura 1.— Situación geográfica de los afloramientos de metabasitas estudiados.

lita, epidota, talco, calcita, cuarzo y plagioclasa sódica. En el contacto con la roca encajante se observa una mayor alteración en una zona de 8 a 10 cm. de espesor, pero no se ha determinado de una forma clara la existencia de un metamorfismo de contacto, lo cual es congruente con la hipótesis de KAMPSCHUUR (1972) respecto a que la intrusión se efectuó en sedimentos húmedos no consolidados.

El afloramiento del Cabezo Mingote se encuentra próximo a Los Nietos, junto al Mar Menor. Las rocas básicas tienen una potencia de 8 a 10 m. y se encuentran intercaladas a modo de sill en materiales carbonatados del manto alpujárride superior (PAVILLON, 1969, y ESPINOSA *et al.*, 1974). La zona central del afloramiento aparece en buena parte al descubierto debido a antiguas explotaciones, y esto permite observar una alteración generalizada de las metabasitas, particularmente en el contacto con las rocas carbonatadas. Tam-

bién aquí existe una densa red de diaclasas subverticales o de fuerte pendiente, en su mayor parte mineralizadas por óxidos de hierro, junto a los minerales anteriormente descritos de esta asociación. Las direcciones dominantes son la N-S y N 100° E; otras medidas efectuadas dan los siguientes valores: N 10° E, N 30° E, N 50° E, N 65° E, N 80° E y N 130° E, en buena parte coincidentes con las directrices generales de los pliegues en esta zona.

Los rellenos más característicos son de epidota y anfíbol, que forman un tapiz bastante continuo en algunas diaclasas y alcanzan hasta 2 cm. de espesor, formando una trama compacta de pequeños cristales prismáticos y aciculares densamente imbricados. En otros rellenos la mineralogía es más variada, con ausencia de anfíbol y epidota; están formados principalmente por calcita, dolomita, hematites, clorita y cuarzo. Asimismo, en las metabasitas existen algunos filones de hasta 5 cm. de espesor formados exclusivamente por plagioclase sódica con una tonalidad rosada característica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Estudio microscópico

Las metabasitas de los dos afloramientos estudiados presentan una textura subofítica con gran variación en el tamaño de grano. En las zonas de borde las rocas presentan una textura glomeroporfídica formada por una matriz de grano fino que incluye algunos fenocristales de piroxeno y plagioclase. La asociación mineralógica presente está formada por plagioclase cálcica, diópsido, feldespato potásico, hornblenda marrón y «hornblenda actinolítica», junto a epidota, clorita, cuarzo, albita, titanita y menas metálicas (JAÉN, 1987). Las rocas presentan una alteración muy acusada y reflejan el desarrollo de varios procesos de transformación, tales como la uralitización y cloritización de los melanocratos, la albitización y sericitización de las plagioclases y la neoformación de minerales de filiación metamórfica e hidrotermal.

El anfíbol aparece en agregados fibrosos muy finos, paralelos al eje c, con un pleocroísmo verde amarillento según β a verde azulado según γ ; el ángulo de extinción varía entre 3 y 5°, con una birrefringencia $\gamma - \alpha = 0.020$. El valor medio de los índices de refracción es de $\gamma = 1.640$ y $\beta = 1.634$, que corresponden a una actinolita, salvo el ángulo $Z \wedge c$ que resulta demasiado bajo.

En el microscopio electrónico de barrido se observan haces fibrosos, como se muestra en las figuras 2 y 3.

b) Difracción de rayos X

Debido al pequeño tamaño y a la morfología de los cristales de anfíbol únicamente se han podido estudiar mediante el método de polvo. En todas las muestras exploradas los diagramas presentan muy pocas diferencias en los espaciados reticulares y en conjunto las reflexiones encontradas se corresponden muy estrechamente con las de la actinolita (JCPDS 25-157). En la tabla I se indican los datos de una muestra representativa de cada afloramiento junto

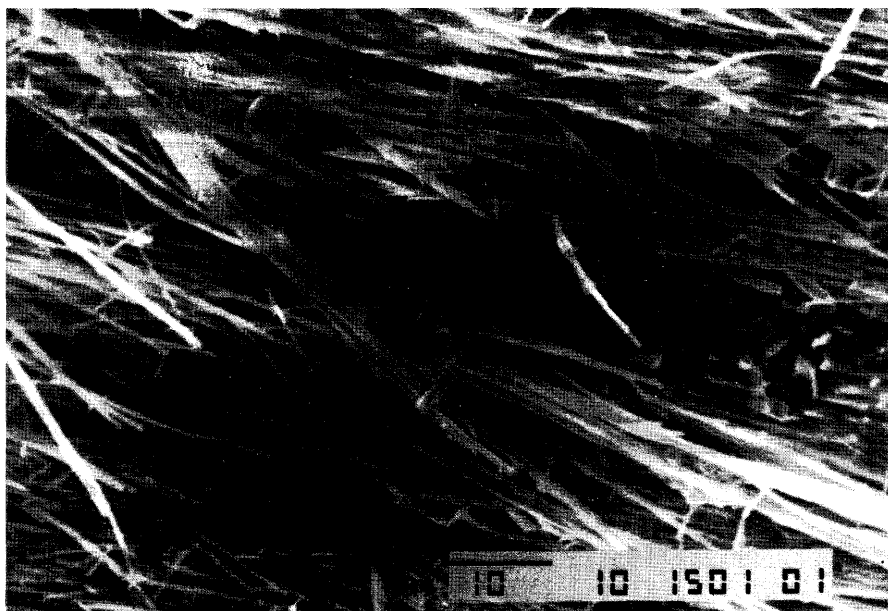


Figura 2.— Aspecto de la morfología de los cristales de anfíbol asbestiforme. La línea equivale a 10 μ .

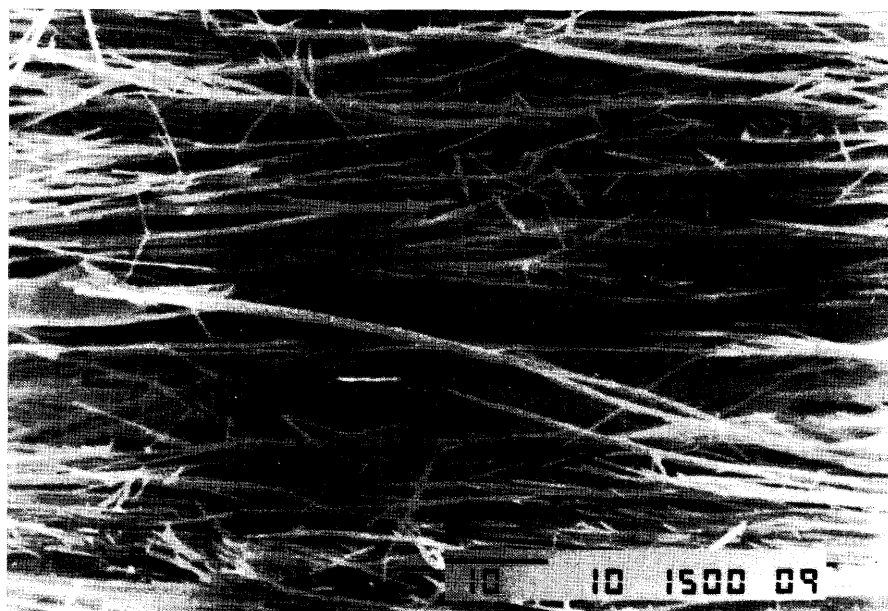


Figura 3.— Otro aspecto morfológico del anfíbol anterior. La escala es la misma que en la figura 2.

a los de actinolita; a efectos de comparación, se han incluido también los espaciados de la tremolita (JCPDS 20-1310). En esta tabla se pone igualmente de manifiesto una variación en la intensidad de algunas reflexiones, debido a la sustitución parcial Fe/Mg.

A partir de las reflexiones observadas, se ha procedido a la asignación de índices y a la determinación de parámetros reticulares con ajuste por el método de mínimos cuadrados (ARANA *et al.*, 1985). Los valores obtenidos se representan en la tabla II, siendo muy próximos en todos los casos, y a su vez concuerdan con los datos de la actinolita en la mencionada ficha.

c) Análisis químico

Se han realizado seis análisis de anfíboles por microsonda electrónica, cuyos resultados se indican en la tabla III; asimismo se incluye la fórmula mineralógica sobre la base de 23 oxígenos, que da un buen ajuste de cargas. Teniendo en cuenta que $(Ca + Na) > 1.34$ y que el contenido en Na es inferior a 0.67, quedan comprendidos en el grupo de los anfíboles cálcicos en la clasificación de la IMA (LEAKE, 1978). Por otra parte, la relación $Mg/(Fe + Mg)$ oscila entre 0.53 y 0.72 y el contenido en Si es superior en todas las muestras a 7.50, lo que permite identificarlos dentro del campo de la actinolita. En todos los casos el contenido en Mg es superior al de Fe, de forma que la relación Fe/Mg oscila entre 0.38 y 0.87.

Se ha tratado de relacionar el contenido en Fe y Mg de estas muestras con los parámetros reticulares a, b, c y β . En la tabla IV se indica la matriz de correlación correspondiente.

Destaca la relación inversa Fe-Mg, con un coeficiente de -0.92284 y la correlación positiva entre c y β , con un coeficiente de 0.94502 ; también se observan en la tabla otras relaciones menos significativas entre los restantes parámetros.

A partir del contenido en átomos de Fe y Mg en las distintas muestras, se obtiene la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$y(Fe) = 4.685717 - 0.8800865.x(Mg), \text{ con } p = 0.008698$$

Asimismo, se encuentra una buena correlación entre los valores de c y de β , deducidos en el cálculo de parámetros reticulares, que viene dada por la siguiente expresión:

$$y(\beta) = 65.78623 + 7.372549.x(c), \text{ con } p = 0.007030$$

CONCLUSIONES

El estudio petrográfico de las rocas de tipo ofítico de los afloramientos de Santomera y Los Nietos revela una intensa alteración de la paragénesis magmática inicial, de la que en muchos casos sólo quedan minerales relictos. Tanto los feldespatos como los ferromagnesianos experimentan una transformación progresiva debido a procesos de albitización, uralitización, sericitación y cloritización. Por otra parte, numerosos autores han estudiado el carácter

TABLA I
ESPACIADOS E INTENSIDADES RELATIVAS POR DRX

| d(Å) ⁽¹⁾ | I/I _o | d(Å) ⁽²⁾ | I/I _o | d(Å) ⁽³⁾ | I/I _o | d(Å) ⁽⁴⁾ | I/I _o | hkl |
|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------|
| 9,11 | 16 | 9,06 | 20 | 9,12 | 60 | 8,97 | 10 | 020 |
| 8,49 | 100 | 8,49 | 100 | 8,47 | 70 | 8,43 | 40 | 110 |
| 5,13 | 8 | | | 5,13 | 40 | 5,09 | 25 | 001,130 |
| 4,92 | 20 | 4,89 | 29 | 4,91 | 70 | 4,87 | 16 | 111 |
| | | | | 4,78 | 10 | 4,79 | 16 | 200 |
| 4,54 | 30 | 4,54 | 33 | 4,54 | 60 | 4,49 | 30 | 040 |
| | | | | 4,46 | 10 | | | 021 |
| 4,28 | 29 | 4,25 | 12 | 4,23 | 30 | | | 220 |
| | | | | | | 4,01 | 10 | 111,201 |
| 3,89 | 17 | 3,888 | 21 | 3,892 | 60 | 3,87 | 30 | 131 |
| 3,404 | 39 | 3,398 | 47 | 3,401 | 80 | 3,39 | 60 | 131,041 |
| 3,299 | 28 | 3,287 | 31 | 3,290 | 50 | 3,28 | 60 | 240 |
| 3,139 | 78 | 3,139 | 85 | 3,143 | 70 | 3,14 | 95 | 310 |
| | | | | | | 2,989 | 65 | 060 |
| 2,961 | 29 | 2,956 | 37 | 2,959 | 70 | 2,956 | 60 | 151,221 |
| 2,820 | 15 | 2,820 | 37 | 2,823 | 30 | 2,818 | 20 | 330 |
| | | 2,736 | 24 | 2,744 | 40 | 2,766 | 70 | 331 |
| 2,725 | 73 | 2,720 | 100 | 2,719 | 100 | 2,706 | 100 | 151 |
| | | | | 2,644 | 60 | | | 112 |
| 2,604 | 43 | | | | | 2,584 | 30 | 061 |
| | | | | 2,568 | 30 | | | 241 |
| 2,554 | 53 | 2,540 | 80 | 2,543 | 100 | 2,517 | 70 | 202 |
| | | | | 2,505 | 10 | | | 170 |
| 2,462 | 25 | 2,459 | 11 | 2,452 | 20 | | | 222 |
| | | | | 2,424 | 20 | | | 132 |
| 2,390 | 7 | 2,402 | 42 | 2,392 | 20 | | | 350,400 |
| 2,345 | 36 | 2,348 | 42 | 2,344 | 50 | | | 351 |
| | | | | 2,330 | 30 | 2,328 | 35 | 421 |
| | | 2,301 | 33 | 2,308 | 40 | 2,285 | 30 | 171 |
| 2,285 | 36 | 2,285 | 46 | 2,288 | 50 | | | 312 |
| | | | | | | 2,269 | 30 | 331 |
| 2,214 | 6 | | | 2,220 | 50 | 2,201 | 12 | 242 |
| | | | | 2,191 | 30 | | | 171 |
| 2,174 | 27 | 2,169 | 50 | 2,171 | 50 | 2,164 | 40 | 261 |
| | | | | 2,159 | 20 | | | 332 |
| 2,132 | 11 | | | 2,139 | 20 | | | 152 |
| | | | | | | 2,115 | 35 | 440 |
| 2,056 | 12 | 2,051 | 7 | 2,051 | 60 | | | 202,280 |
| 2,025 | 21 | 2,029 | 15 | 2,022 | 60 | | | 402 |
| | | | | 2,008 | 30 | | | 370 |
| | | 1,983 | 3 | 1,971 | 30 | | | 190 |
| | | | | 1,945 | 30 | | | 262,352 |
| 1,901 | 12 | 1,897 | 3 | 1,897 | 30 | | | 510,461 |
| 1,875 | 21 | 1,875 | 33 | 1,872 | 50 | | | 191 |
| | | 1,657 | 9 | | | | | 461 |
| | | 1,627 | 22 | | | | | 1110 |

(1) Muestra STA-A-1; (2) MI-8; (3) Actinolita ASTM 25-157; (4) Tremolita ASTM 20-1310.

TABLA II
PARÁMETROS RETICULARES

| MUESTRA | a | b | c | β |
|---------|--------|----------|--------|----------|
| MI-2 | 9.9029 | 18.1659 | 5.2995 | 104.7651 |
| MI-4a | 9.9055 | 18.14.71 | 5.3371 | 105.1850 |
| MI-5 | 9.9078 | 18.1249 | 5.3436 | 105.1911 |
| MI-8 | 9.8842 | 18.1738 | 5.2998 | 104.8930 |
| STA-A-1 | 9.9036 | 18.1779 | 5.3018 | 104.8048 |
| STA-B-1 | 9.8714 | 18.1189 | 5.2796 | 104.7781 |
| STA-G | 9.8920 | 18.1356 | 5.2906 | 104.6134 |

TABLA IV
MATRIZ DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE

| | a | b | c | β | Mg | Fe |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| a | 1.00000 | | | | | |
| b | 0.26031 | 1.00000 | | | | |
| c | 0.76243 | —0.19716 | 1.00000 | | | |
| β | 0.51635 | —0.38041 | 0.94502 | 1.00000 | | |
| Mg | —0.19155 | 0.52181 | —0.63625 | —0.69145 | 1.00000 | |
| Fe | 0.09126 | —0.23305 | 0.49831 | 0.55205 | —0.92284 | 1.00000 |

TABLA III
ANÁLISIS QUÍMICO DE ANFÍBOLES

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 55.49 | 56.32 | 53.66 | 53.28 | 55.65 | 55.92 |
| Al ₂ O ₃ | 2.52 | 0.87 | 1.17 | 1.61 | 1.27 | 1.35 |
| TiO ₂ | — | — | — | 0.08 | — | — |
| FeO | 13.53 | 13.72 | 18.77 | 17.42 | 11.94 | 12.93 |
| MgO | 16.33 | 15.88 | 12.05 | 14.77 | 17.71 | 16.09 |
| MnO | — | 0.23 | 0.43 | — | — | — |
| CaO | 10.09 | 10.80 | 11.50 | 10.48 | 10.55 | 9.59 |
| Na ₂ O | 0.47 | 0.81 | 0.67 | 0.56 | 0.53 | 0.79 |
| TOTAL | 98.43 | 98.63 | 98.25 | 98.20 | 97.65 | 96.67 |

NÚMERO DE IONES EN BASE A 23 O

| | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Si | 7.862 | 8.003 | 7.892 | 7.762 | 7.915 | 8.036 |
| Al ^{IV} | 0.138 | — | 0.108 | 0.238 | 0.085 | — |
| Al ^{VI} | 0.283 | 0.145 | 0.197 | 0.039 | 0.127 | 0.228 |
| Ti | — | — | — | 0.008 | — | — |
| Fe ²⁺ | 1.603 | 1.630 | 2.308 | 2.122 | 1.420 | 1.553 |
| Mg | 3.447 | 3.362 | 2.641 | 3.206 | 3.753 | 3.445 |
| Mn | — | 0.027 | 0.054 | — | — | — |
| Ca | 1.531 | 1.644 | 1.812 | 1.636 | 1.607 | 1.476 |
| Na | 0.129 | 0.224 | 0.191 | 0.158 | 0.145 | 0.219 |
| Mg | | | | | | |
| Mg + Fe | 0.682 | 0.673 | 0.534 | 0.602 | 0.725 | 0.689 |

1, 2, 3 y 4: Anfíboles de Cabezo Mingote (MI-2, MI-4a, MI-5 y MI-8).

5 y 6: Anfíboles de Santomera (STA-A-1 y STA-B-1).

del metamorfismo regional de bajo grado en rocas de este tipo del sureste peninsular (KAMPSCHUUR, 1972; ESPINOSA *et al.*, 1974; GÖLZ, 1978; JAEN, 1987) y describen una paragénesis metamórfica sobreimpuesta a la anterior, destacando la presencia de anfíboles verde-azulados y localmente de crossita. Asimismo, se ha desarrollado en estos afloramientos una mineralización en fisuras, diaclasas y oquedades de la roca, formada por actinolita, epidota, cuarzo, calcita, etc., acompañada siempre de menas metálicas (hematites, goethita y localmente sulfuros de hierro y cobre y carbonatos de estos elementos), directamente relacionada con una etapa de intensa tectonización que afecta tanto a las metabasitas como a las rocas encajantes.

Esta asociación de minerales debe de ser el resultado de una actividad hidrotermal generalizada en los distintos afloramientos, aunque con una intensidad variable. En cuanto a la presencia de anfíboles asbestiformes en estos rellenos, pensamos que corresponden a una primera secuencia de la actividad hidrotermal, directamente relacionada con una etapa de tectonización intensa que produjo una removilización de fluidos ricos en Fe y Mg.

La presencia de anfíboles de parecidas características a los estudiados en esta zona se ha relacionado tanto con procesos metamórficos como hidrotermales (ARAI e HIRAI, 1985; AMIGÓ *et al.*, 1985; KAMINENI, 1986; MONG-KALTIP y ASWORTH, 1986, entre otros), aunque no se puede establecer un paralelismo entre los mecanismos propuestos en cada caso. En particular, destaca la similitud entre los datos obtenidos en este trabajo y los publicados por AMIGÓ *et al.* (1985) para los anfíboles asbestiformes de Luquiano (Álava), a pesar de las diferencias que existen en los procesos de alteración de estas rocas, especialmente en la incidencia del metamorfismo.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIGÓ, J. M.^a; BASTIDA, J.; BESTEIRO, J. y LAGO, M. (1985).—Asbestos anfibólicos asociados a doleritas triásicas del área de Luquiano (Álava). *Bol. Soc. Esp. Mineralogía*, 8, 57-64.
- ARAI, S. y HIRAI, H. (1985).—Compositional variation of calcic amphiboles in Mineoka metabasites, Central Japan, and its bearing on the actinolite-hornblende miscibility relationships. *Lithos*, 18(3), 187-189.
- ARANA, R.; MENÉNDEZ-BARZANALLANA, R. y SALINAS, A. (1985).—Cálculo de parámetros reticulares en diagramas de polvo: uso del ordenador. *Bol. Soc. Esp. Mineralogía*, 8, 443.
- ESPINOSA GODOY, J. M.; MARTÍN-VIVALDI, J. M. y PÉREZ ROJAS, A. (1974).—Mapa Geológico de España E.1:50.000. Hoja n.º 978 (Llano del Beal). *Serv. Publ. Min. Industria*. Madrid.
- GÖLZ, E. (1978).—Basische Eruptiva («Ophite») in Mesozoikum von Murcia (SE Spanien). *Arb. Inst. Geol. Palaont. Univ. Stuttgart*, 72, 1-101.
- JAÉN, M. (1987).—*Estudio de los productos de alteración de algunos afloramientos de rocas ofíticas del sureste de España*. Tesis Univ. Murcia, 204 pp.
- JOBSTRAIBIZER, P. y DE PIERI, R. (1984).—Crystal chemistry of amphiboles from gabbroic to granodioritic rock-types of the Adamello massif (Northern Italy). *Rend. Soc. Ital. Miner. Petr.*, 39(1), 123-143.
- KAMINENI, D. C. (1986).—A petrochemical study of calcic amphiboles from East Bull Lake anorthosite-gabbro layered complex. District of Algona, Ontario. *Contr. Min. Petrol.*, 93(4), 471-481.
- KAMPSCHUUR, W. (1972).—Geology of the Sierra de Carrascoy (SE Spain) with emphasis on alpine polyphases deformation. *GUA Papers of Geology*, 1, 114 pp.
- LEAKE, B. E. (1978).—Nomenclature of amphiboles. *Min. Mag.*, 42, 533-563.
- MONGKALTIP, P. y ASHWORTH, J. R. (1986).—Amphibolization of metagabbros in the Scottish Highlands. *Journ. Metam. Geol.*, 4(3), 261-283.
- MONTENAT, C.; EGELER, C. G.; RONDEEL, H. E.; SIMON, O. J.; VAN WINKOOP, A. A.; DE BOER, A.; y KAMPSCHUUR, W. (1972).—Mapa Geológico de España E.1:50.000. Hoja n.º 913 (Orihuela). *Serv. Publ. Min. Industria*. Madrid.
- PAVILLON, M. J. (1969).—Analyses stratigraphique et tectonique dans les sierras de Carthagène et de Portman, Espagne. Contribution à l'histoire paléogéographique des zones internes des Cordillères Bétiques. *Rev. Geogr. Phys. Géol. Dyn.*, 11, 77-99.